

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
17 juin 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/050414 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : B60L 11/12(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/003477(22) Date de dépôt international :  
25 novembre 2003 (25.11.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/15006 29 novembre 2002 (29.11.2002) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEU-  
GEOT CITROEN AUTOMOBILE SA [FR/FR]; 65/71,  
boulevard du Château, F-92200 Neuilly sur Seine (FR).

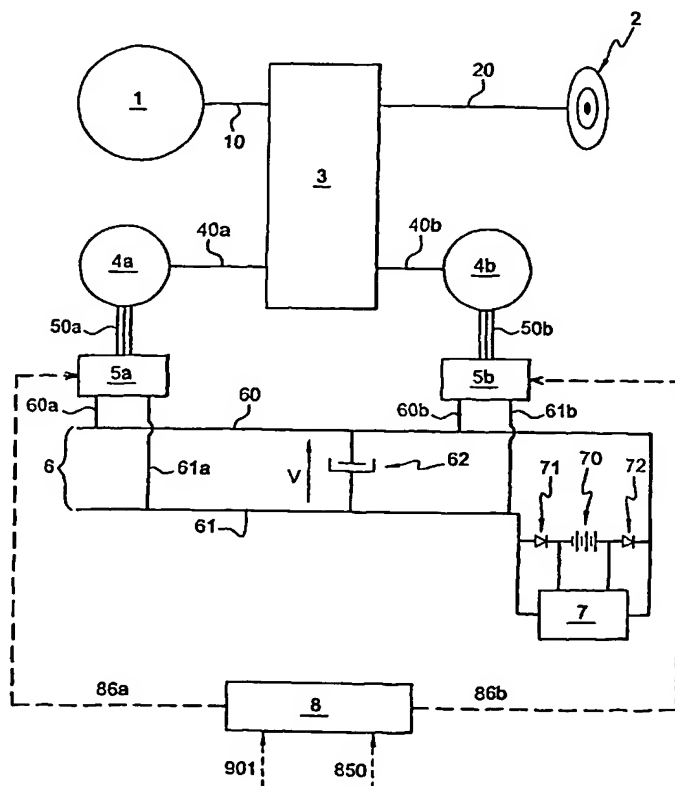
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BESNARD,  
Sébastien, Alain, Joël [FR/FR]; 23, boulevard du  
Maréchal Joffre, F-92340 Bourg la Reine (FR). LAEUF-  
FER, Jacques, Augustin [FR/FR]; 6, rue Jean Nicot,  
F-75007 Paris (FR).(74) Mandataire : CABINET REGIMBEAU; Espace Perfor-  
mance, Bâtiment K, F-35769 Saint Grégoire (FR).

(81) États désignés (national) : JP, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM FOR ELECTRICALLY REGULATING THE MOVEMENT TRANSMISSION DEVICE FOR A MOTOR  
VEHICLE(54) Titre : SYSTEME DE REGULATION ELECTRIQUE DU DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT POUR  
UN VEHICULE AUTOMOBILE

(57) Abstract: The invention concerns a system for electrically regulating a power transmission device between the heat engine (1) and a pair of electrical machines (4a, 4b) and the drive wheels (2) of a motor vehicle, the heat engine (1) being connected to the two electrical machines (4a, 4b) via a mechanical assembly (3), while an electrical connection device (6, 60a; 61a-60b; 61b, 5a-5b, 50a-50b) located between the two electrical machines provides a direct passage for power from one machine to the other, the connection transferring electric power between the two electrical machines being carried out via two static converters (5a, 5b) connected to a bus (6) whereof the two lines are connected by a capacitor (62). The invention is characterized in that the voltage (V) at the capacitor terminals is permanently maintained at a specific setpoint value, the system acting on the torque of the two electrical machines, in response to an error signal resulting from the comparison of the effective value with said voltage to said setpoint value. The invention is applicable to motor vehicle transmission.

(57) Abrégé : Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance entre le moteur thermique (1) et une paire de machines électriques (4a, 4b) et les roues motrices (2) d'un véhicule automobile, le moteur thermique (1) étant relié aux deux machines électriques

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(4a, 4b) par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique (3), tandis qu'un dispositif de liaison électrique (6, 60a ; 61a-60b ; 61b, 5a-5b, 50a-50b) situé entre les deux machines électriques assure un passage direct de puissance d'une machine à l'autre, la liaison assurant le transfert d'énergie électrique entre les deux machines électriques se faisant par l'intermédiaire de deux onduleurs (5a, 5b) connectés à un bus (6) dont les deux lignes sont reliées par un condensateur (62). Conformément à l'invention, la tension (V) aux bornes du condensateur est maintenue en permanence à une valeur de consigne déterminée, le système agissant sur le couple des deux machines électriques, en réponse au signal d'erreur résultant de la comparaison de la valeur effective de cette tension par rapport à ladite valeur de consigne. Transmission pour véhicule automobile.

## **SYSTEME DE RÉGULATION ELECTRIQUE DU DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE**

La présente invention concerne un système de régulation du dispositif de transmission de mouvement pour un véhicule automobile.

Plus précisément, elle a pour objet un système de régulation électrique destiné à un dispositif de transmission de puissance - ou "chaîne de traction" - entre, d'une part, un moteur thermique et/ou des machines électriques et, d'autre part, les roues motrices d'un véhicule automobile, le véhicule en question comportant, en plus du moteur thermique traditionnel, une paire de machines électriques. Un ensemble mécanique relie le moteur thermique et les deux machines électriques tandis qu'un dispositif de liaison assure le passage de puissance électrique entre les deux machines électriques.

Dans une motorisation hybride de ce genre, lorsque le moteur thermique fonctionne, une partie de sa puissance peut être transmise directement, et mécaniquement, aux roues motrices du véhicule. Une autre partie peut être dérivée par la chaîne électrique constituée des deux machines électriques. Cette technique de dérivation de puissance permet de moduler la puissance transmise aux roues.

Un tel système, qui requiert normalement la présence d'une batterie à haute tension, permet également de faire fonctionner l'une des machines électriques en mode "générateur" tandis que l'autre fonctionne en mode "moteur", de sorte que, dans certaines conditions de conduite (notamment en phase de ralentissement), une puissance qui aurait normalement été perdue est récupérée par la batterie équipant le véhicule, via la machine génératrice.

Bien entendu, un calculateur pilote un circuit de commande et de contrôle des différents moteurs en fonction, d'une part, de consignes prédéterminées (cartographie) et, d'autre part, des conditions effectives de la conduite en temps réel, ces conditions étant connues de lui grâce à des capteurs appropriés aptes à mesurer différents paramètres pertinents en la matière, tels que, par exemple, la vitesse des roues motrices, la vitesse et/ou l'accélération du véhicule, le degré d'enfoncement des pédales d'accélérateur et de frein, la vitesse et le couple de sortie du moteur thermique, ainsi que la vitesse et le couple de sortie de chacune des deux machines électriques.

Cet énoncé n'est aucunement limitatif.

Les paramètres mis en œuvre sont choisis de manière à optimiser la sécurité et le confort de conduite, tout en réduisant au maximum la consommation en carburant.

Dans ses demandes de brevet français N° 00 09461 du 19 juillet 2000  
5 (FR-2 811 944) et N° 01 15050 du 21 novembre 2001, la demanderesse a proposé des améliorations aux dispositifs de transmission du genre mentionné plus haut.

La réalisation décrite dans la demande N° 00 09461 permet de s'affranchir de la présence d'une batterie à haute tension. A cet effet, un dispositif de liaison situé entre les deux machines électriques assure un passage direct de  
10 puissance d'une machine à l'autre, sans élément intermédiaire de stockage ou de déstockage d'énergie important ; ce dispositif de liaison est contrôlé de telle façon que la puissance générée par l'une des deux machines électriques soit immédiatement consommée par l'autre, et pour que les deux machines électriques répondent aux besoins de la chaîne de traction.

15 La liaison assurant le transfert d'énergie électrique entre les deux machines électriques se fait par l'intermédiaire de deux convertisseurs statiques d'énergie sous la forme de deux onduleurs, chacun d'eux étant associé à une machine électrique. Ces deux onduleurs sont reliés l'un à l'autre par l'intermédiaire de leurs alimentations continues, connectées à un bus dont la tension entre les deux  
20 lignes doit être maintenue à une valeur constante.

Selon un mode d'exécution préféré de ce dispositif, le moteur thermique est relié aux deux machines électriques par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique qui consiste en un train d'engrenages épicycloïdaux.

Dans la réalisation décrite dans la demande N° 01 15050, on a  
25 recours à au moins deux trains d'engrenages épicycloïdaux, qui relient le moteur thermique et les machines électriques entre eux et aux roues du véhicule. Un dispositif de commutation mécanique, exempt d'élément dissipatif d'énergie, permet de modifier le mode de fonctionnement du dispositif de transmission en faisant transiter le mouvement par l'un et/ou l'autre des deux trains.

30 Un tel dispositif permet de réduire encore plus la consommation.

Dans un dispositif du genre décrit dans la demande N° 00 09461, qui ne comporte pas de batterie de puissance, dans lequel l'énergie générée par l'une des machines électriques doit immédiatement être consommée par l'autre, la capacité de stockage d'énergie intermédiaire est très limitée. Ce stockage est assuré, en effet,  
35 par un condensateur électrochimique qui ne peut stocker les énergies échangées que durant un laps extrêmement court, de l'ordre de quelques millisecondes.

En cas de déséquilibre entre la production et la consommation de ces énergies électriques, même de très faible amplitude, il y a donc un risque de voir la tension aux bornes du condensateur, soit de s'effondrer à zéro, soit de dépasser un certain seuil admissible.

5 Dans le premier cas, l'échange énergétique entre les deux machines n'est plus assuré.

Dans le second cas, les onduleurs sont instantanément détruits sous l'effet de la surtension.

Pour pallier ce problème, toujours selon la demande N° 00 09461, on  
10 mesure en permanence la différence entre la tension effective aux bornes du condensateur et une tension de référence donnée, par exemple égale à 400 volts.

En cas de discordance entre la valeur réelle mesurée et cette valeur de référence, un signal d'erreur est généré, qui agit sur la commande du couple de l'une des deux machines électriques, en l'occurrence de la machine dite "de  
15 traction", référencée 30 dans ladite demande de brevet, ceci bien sûr dans le sens de la correction de l'erreur.

Le couple de l'autre machine, dite "variateur", référencée 20, quant à lui, reste asservi aux objectifs mécaniques de la transmission, fonction des besoins de la chaîne de traction.

20 Dans cette demande de brevet (page 11, ligne 31 à page 12, ligne 7) est mentionnée la possibilité d'inverser cet asservissement, de telle sorte que c'est alors la machine variateur 20 qui est commandée par la mesure d'erreur de tension, tandis que la machine de traction 30 est commandée en fonction des besoins de la chaîne de traction.

25 En revanche, il n'y est pas prévu qu'en cours de fonctionnement la commande de couple induite par le signal d'erreur puisse successivement et sélectivement s'appliquer à l'une ou l'autre des deux machines 20-30.

Or il peut advenir, et c'est le cas en particulier avec un dispositif à deux trains d'engrenages épicycloïdaux tel que celui de la demande N° 01 15050,  
30 qu'aucune des deux solutions envisagées dans la demande N° 00 09461 ne puisse s'appliquer en toute situation.

Ceci peut s'expliquer à partir de l'équation qui régit le bilan des puissances sur le bus de haute tension reliant les deux onduleurs, laquelle s'écrit comme suit :

35

$$P_e + C_a . \omega_a + C_b . \omega_b + C . V . dV/dt = 0$$

équation dans laquelle :

$P_e$  est la puissance correspondant aux pertes par les machines électriques et par l'utilisation qui en est faite dans le reste du véhicule ;

$C_a$  et  $C_b$  sont les valeurs des couples délivrés respectivement par  
5 chacune des deux machines électriques ;

$\omega_a$  et  $\omega_b$  sont les valeurs des régimes (vitesses de rotation) de chacune des deux machines électriques ;

$C$  est la valeur de la capacité du condensateur ;

$V$  est la tension aux bornes du condensateur ;

10  $dV/dt$  est la dérivée dans le temps de cette tension.

L'équilibre des puissances suppose que l'on maintienne  $V$  stable (et donc que  $dV/dt = 0$ ).

On ne peut naturellement pas agir sur  $P_e$ .

Les seules variables que l'on peut maîtriser sont  $C_a$  et  $C_b$ .

15 Dans le cas où  $\omega_a = 0$ , ce qui signifie que la première machine électrique est arrêtée, toute action sur cette machine qui tendrait à en modifier le couple  $C_a$  serait inefficace, car  $C_a \times 0 = 0$ .

Il est donc impératif que le signal d'erreur agisse sur  $C_b$ .

20 Inversement, dans le cas où  $\omega_b = 0$ , ce qui signifie que la seconde machine électrique est arrêtée, toute action qui tendrait à modifier le couple  $C_b$  de cette machine serait inefficace.

Il faut donc que le signal d'erreur agisse alors sur  $C_a$ .

25 Etant donné que  $\omega_a$  et  $\omega_b$  ne sont jamais simultanément nuls, une (ou des) action(s), soit sur  $C_a$ , soit sur  $C_b$ , soit sur les deux à la fois peu(ven)t donc toujours être en principe réalisée(s), de sorte que la somme  $C_a \cdot \omega_a + C_b \cdot \omega_b$  demeure en permanence égale à une certaine valeur  $\Sigma$ , que l'on appellera "valeur de consigne électrique".

D'un autre côté, les objectifs de la transmission imposent une consigne mécanique  $M$  qui est une fonction donnée des couples  $C_a$  et  $C_b$ .

30 On a donc un système de deux équations à deux inconnues, à savoir :

$$\Sigma = C_a \cdot \omega_a + C_b \cdot \omega_b$$

et

$$M = \text{Fonction}(C_a, C_b),$$

dont on peut tirer en permanence les valeurs de  $C_a$  et de  $C_b$ , ceci au

moyen d'un circuit de commande ad hoc, appelé module de régulation électrique, qui reçoit les consignes mécaniques et électriques et qui commande le couple de chacune des deux machines électriques via l'onduleur qui leur est associé.

L'objectif de l'invention est donc de proposer un système de  
5 régulation du genre décrit ci-dessus qui assure que la tension aux bornes du condensateur soit maintenue en permanence à une valeur de consigne déterminée, dite "valeur de consigne de tension", tout en étant capable d'agir sur le couple de chacune des deux machines électriques, soit séparément, soit simultanément, et en tous cas de manière continue, en réponse au signal d'erreur résultant de la  
10 comparaison de la valeur effective de cette tension par rapport à la valeur de consigne.

L'objet de l'invention est donc un système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance entre, d'une part, le moteur thermique et une paire de machines électriques équipant un véhicule automobile et, d'autre part,  
15 ses roues motrices, le moteur thermique étant relié aux deux machines électriques par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique, par exemple à deux trains d'engrenage épicycloïdaux, tandis qu'un dispositif de liaison électrique situé entre les deux machines électriques assure un passage direct de puissance d'une machine à l'autre, sans élément intermédiaire de stockage ou de déstockage d'énergie important, ce  
20 dispositif de liaison étant contrôlé de telle façon que la puissance générée par l'une des deux machines électriques soit immédiatement consommée par l'autre, et pour que les deux machines électriques répondent aux besoins de la chaîne de traction, la liaison assurant le transfert d'énergie électrique entre les deux machines électriques se faisant par l'intermédiaire de deux onduleurs, chacun d'eux étant associé à une  
25 machine électrique, ces deux onduleurs étant connectés à un bus dont les deux lignes sont reliées par un condensateur.

Ce système est remarquable en ce que, d'une part, il est adapté pour assurer que la tension aux bornes du condensateur soit maintenue en permanence à une valeur de consigne déterminée, dite "valeur de consigne de tension", et que,  
30 d'autre part, il est capable d'agir sur le couple de chacune des deux machines électriques, soit séparément, soit simultanément, et en tous cas de manière continue, en réponse au signal d'erreur résultant de la comparaison de la valeur effective de cette tension par rapport à ladite valeur de consigne.

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques avantageuses  
35 possibles de l'invention :

- une valeur  $\Sigma$ , dite "valeur de consigne électrique", est issue d'un dispositif correcteur à partir de l'erreur sur la valeur de tension du condensateur par rapport à la valeur de consigne ;

5       - la somme  $Ca \cdot \omega_a + Cb \cdot \omega_b$  demeure en permanence égale, ou sensiblement égale, à ladite valeur dite "valeur de consigne électrique"  $\Sigma$ ,  $Ca$  et  $Cb$  étant les valeurs des couples délivrés respectivement par chacune des deux machines électriques, tandis que  $\omega_a$  et  $\omega_b$  sont les valeurs des régimes (vitesses de rotation) de chacune de ces machines ;

10       - le système dispose d'une entrée libre correspondant à une valeur  $M$ , dite "valeur de consigne mécanique" définie pour la transmission ;

      - la régulation est réalisée par la résolution, soit d'un système de deux équations à deux inconnues  $Ca$  et  $Cb$ ,  $Ca$  et  $Cb$  étant les valeurs des couples délivrés respectivement par chacune des deux machines électriques, lorsque ces machines ne sont pas en butée de couple, soit d'un système comportant une équation  
15       et une inéquation à deux inconnues  $Ca$  et  $Cb$  dans les autres cas de figure, de manière à assurer en permanence que la somme  $Ca \cdot \omega_a + Cb \cdot \omega_b$  demeure en permanence égale, ou sensiblement égale, à la valeur  $\Sigma$ , et la valeur de la grandeur mécanique commandée est la plus proche possible de ladite valeur de consigne mécanique  $M$  ;

20       - le transfert de puissance entre les deux machines électriques est réversible.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description qui va maintenant en être faite, en référence aux dessins annexés, qui en représentent un mode de réalisation possible.

25       Sur ces dessins :

      - La figure 1 représente très schématiquement un dispositif de transmission pour un véhicule automobile, auquel est destiné le système de régulation électrique conforme à l'invention ;

30       - La figure 2 est un diagramme fonctionnel illustrant l'organisation et le fonctionnement du système de régulation ;

      En référence à la figure 1, le véhicule comporte un moteur thermique 1, des roues motrices 2, et une paire de machines électriques 4a, 4b.

      Le moteur thermique 1 et les deux machines électriques 4a et 4b sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique 3.

35       Ce dernier peut notamment être composé de deux trains d'engrenages épicycloïdaux associés à un dispositif de commutation mécanique, comme exposé



dans la demande N° 01 15050 précitée, à laquelle on pourra se reporter au besoin, aussi bien pour ce qui est de sa structure que de son fonctionnement.

Le moteur thermique 1 et les deux machines électriques 4a et 4b sont reliés à l'ensemble mécanique 3 par l'intermédiaire de leur arbre de sortie respectif  
5 10, 40a et 40b.

L'arbre de sortie 20 de l'ensemble mécanique 3 commande les roues motrices 2.

Chaque machine électrique 4a, 4b peut indifféremment fonctionner comme générateur de courant (lorsqu'elle est entraînée en rotation par l'arbre  
10 associé 40) ou comme moteur (lorsqu'on lui applique un courant électrique).

Ces machines électriques sont des machines synchrones à courant alternatif, dont l'intérêt est d'être très compactes et de présenter un bon rendement. Leur vitesse de rotation est sensiblement proportionnelle à la fréquence du courant d'alimentation.

15 A titre indicatif cette fréquence est de l'ordre de 10 kHz.

Elles sont montées en parallèle et alimentées chacune par un convertisseur de courant continu/alternatif sous la forme d'un onduleur 5a, respectivement 5b.

Comme déjà dit plus haut, on désignera par  $C_a$  et  $C_b$  les valeurs des  
20 couples délivrés respectivement par chacune des deux machines électriques 4a, 4b, et par  $\omega_a$  et  $\omega_b$  les vitesses de rotation de chacune de ces machines, respectivement.

Les deux onduleurs 5a et 5b sont reliés entre eux, par l'intermédiaire de leurs lignes d'alimentation continue 60a-61a et 60b-61b à un bus 6 dont les deux lignes portent les références 60 et 61.

25 Comme dans le dispositif de la demande N° 00 09461, à laquelle on pourra se reporter au besoin, ce dispositif de liaison ne comporte aucune batterie de puissance.

Ainsi, la somme des deux puissances électriques continues des deux onduleurs 5a et 5b doit être nulle ou encore, toute puissance électrique générée par  
30 l'un des onduleurs et fournie au bus 6 doit être immédiatement consommée par l'autre onduleur.

Ceci se traduit par le fait que la tension entre les lignes 60 et 61 du bus doit être maintenue à une valeur  $V$  constante, par exemple égale à 400 volts. Cette valeur est une valeur nominale de travail qui convient pour un ensemble  
35 formé d'un onduleur et d'une machine électrique adaptés à cette application.

Un condensateur 62 intercalé entre les deux onduleurs 61a, 61b et connecté aux lignes 60 et 61 permet d'assurer un petit stockage d'énergie entre les deux onduleurs, nécessaire à leur fonctionnement.

A titre indicatif, le condensateur 62 a une capacité de l'ordre de 5 1000 $\mu$ F (microFarads).

Différents types de condensateurs peuvent être utilisés, tels que, notamment, du type électrochimique, diélectrique film, ou céramique.

De préférence, comme prévu dans le mode de réalisation illustré à la figure 4 de la demande antérieure précitée, le bus 6 est connecté à un convertisseur 10 haute tension - basse tension 7 associé à la batterie de service, de tension beaucoup plus faible, par exemple de 42 volts. Le convertisseur 7 assure le chargement de la batterie.

Cette batterie est protégée de la haute tension par des diodes 71- 72.

Elle permet de faire démarrer le moteur thermique 1 par le pilotage 15 d'une machine électrique, permettant ainsi de se passer d'un démarreur.

Un dispositif de commande et de contrôle 8, qu'on appellera "module de régulation électrique" permet d'agir sur chacun des onduleurs 5a, 5b, via des liaisons de commande 86a, 86b, représentées en traits interrompus fléchés sur la figure 1.

20 Ses actions consistent à imposer à la machine 4a, 4b associée à chaque onduleur, lorsqu'elle fonctionne en mode moteur, des valeurs données de couple et de vitesse ; ces paramètres sont fonctions, respectivement, de l'intensité et de la fréquence du courant alternatif fourni à la machine par l'onduleur.

Comme cela va maintenant être expliqué en référence à la figure 2, le 25 dispositif 8 reçoit des instructions de l'extérieur, par des lignes d'entrée 850, 901, représentées également en traits interrompus fléchés sur la figure 1.

Sur la figure 2, le rectangle 9 symbolise le dispositif de régulation mécanique. Celui-ci présente des entrées 90, 91 pour des instructions et/ou des paramètres liés à la situation de conduite, par exemple la valeur du couple 30 effectivement développé sur les roues motrices et le régime demandé au moteur thermique (qui peut être fonction notamment du degré d'enfoncement de la pédale d'accélérateur et d'une cartographie prédéterminée régissant le style de conduite souhaité).

Il possède deux sorties, dont l'une 900 - représentée en ligne à traits 35 interrompus fléchée sur la figure - contrôle le moteur thermique 1.

Son autre sortie 901 correspond à l'une des entrées susmentionnée du module de régulation électrique 8.

Cette entrée 901, fournit une consigne  $M$ , dite "consigne mécanique" au dispositif 8. La consigne peut porter sur le couple  $Ca$ , sur le couple  $Cb$ , ou une  
5 combinaison de ces deux couples. Elle est fonction des besoins de la ligne de traction et vise, en fonction de ces besoins, à faire transiter par la dérivation électrique la puissance requise à l'obtention des caractéristiques mécaniques souhaitées par le système.

Ce principe a été largement exposé dans chacune des demandes de  
10 brevet antérieures précitées, auxquelles on pourra éventuellement se reporter à cet égard.

L'autre entrée 850 du module de régulation électrique 8 fournit à ce dernier une consigne  $\Sigma$ , dite "consigne électrique", correspondant à la valeur de la somme " $Ca \cdot \omega_a + Cb \cdot \omega_b$ ".

15 En fonction des consignes d'entrée en temps réel  $M$  et  $\Sigma$ , et de l'algorithme de régulation qu'il doit gérer, le module 8 impose à chacun des moteurs 4a, 4b, un couple de référence "Ref  $Ca$ ", respectivement "Ref  $Cb$ ", via des sorties 86a et 86b, ceci naturellement en pilotant les onduleurs associés auxdites machines.

Les couples  $Ca$  et  $Cb$  sont transmis à l'ensemble mécanique 3; tout  
20 comme le couple  $C_{th}$  délivré par le moteur thermique 1.

Les modules 80a – 80b et 81 sont une représentation du bilan de puissance électrique au niveau du condensateur.

La sortie de l'opérateur additionneur 81 correspond donc à la valeur de la puissance effective  $P$  aux bornes du condensateur :  $P = P_e + Ca \cdot \omega_a + Cb \cdot \omega_b$ .  
25

La puissance  $P_e$  est la puissance perdue correspondant au total des pertes dissipées dans les machines électriques et des pertes en consommation découlant de l'utilisation qui en est faite dans le reste du véhicule (pour l'éclairage, l'autoradio, etc.).

30 La tension effective  $V$  mesurée aux bornes du condensateur est représentée en sortie du module 83 par les divisions successives de la puissance  $P$  par la tension  $V$  (opérateur 82) et par la capacité  $C$  (opérateur 83).

Cette valeur est envoyée à un comparateur 84 qui la compare avec la valeur de consigne, égale à la tension de référence  $V_{ref}$  souhaitée aux bornes du  
35 condensateur.

En cas d'erreur, c'est à dire de différence entre les valeurs de  $V$  et de  $V_{ref}$ , dans un sens ou un autre, un dispositif correcteur 85, par exemple du type "proportionnel intégral", apte à assurer une bonne stabilité globale de la boucle d'asservissement, modifie la consigne  $\Sigma$ , de telle façon que ces valeurs redeviennent  
5 égales.

Dans un tel système, la régulation est normalement réalisée par la résolution d'un système de deux équations à deux inconnues ( $C_a$  et  $C_b$ ).

Toutefois, si l'une de ces valeurs atteint son maximum en valeur absolue (butée de couple), le système comporte une équation et une inéquation à  
10 deux inconnues ( $C_a$  et  $C_b$ ).

Il n'est alors pas possible de satisfaire à la fois les valeurs de consigne électrique  $\Sigma$  et mécanique  $M$ , mais l'une des deux seulement.

Dans l'hypothèse où on privilégierait  $M$ , se poserait le risque d'une variation importante de  $V$ , qui ne serait plus contrôlée, soit dans le sens d'une  
15 surtension, soit d'un abaissement de tension, ce qui dans chaque cas pourrait causer la destruction des onduleurs.

C'est pourquoi on privilégie le respect de la valeur de consigne électrique  $\Sigma$ , ceci en agissant sur la machine dont le couple n'est pas en butée.

## REVENDICATIONS

1. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance entre, d'une part, le moteur thermique (1) et une paire de machines électriques (4a, 4b) équipant un véhicule automobile et, d'autre part, ses roues motrices (2), le moteur thermique (1) étant relié aux deux machines électriques (4a, 4b) par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique (3), tandis qu'un dispositif de liaison électrique (6, 60a ; 61a-60b ; 61b, 5a-5b, 50a-50b) situé entre les deux machines électriques assure un passage direct de puissance d'une machine à l'autre, sans élément intermédiaire de stockage ou de déstockage d'énergie important, ce dispositif de liaison (6, 60a ; 61a-60b ; 61b, 5a-5b, 50a-50b) étant contrôlé de telle façon que la puissance générée par l'une (4a ; 4b) des deux machines électriques soit immédiatement consommée par l'autre (4b ; 4a), et pour que les deux machines électriques (4a, 4b) répondent aux besoins de la chaîne de traction, la liaison assurant le transfert d'énergie électrique entre les deux machines électriques se faisant par l'intermédiaire de deux onduleurs (5a, 5b), chacun d'eux étant associé à une machine électrique (4a, 4b), ces deux onduleurs étant connectés à un bus (6) dont les deux lignes sont reliées par un condensateur (62), caractérisé par le fait que, d'une part, il est adapté pour assurer que la tension (V) aux bornes du condensateur soit maintenue en permanence à une valeur de consigne ( $V_{ref}$ ) déterminée, dite "valeur de consigne de tension", et que, d'autre part, il est capable d'agir sur le couple de chacune des deux machines électriques, soit séparément, soit simultanément, et en tous cas de manière continue, en réponse au signal d'erreur résultant de la comparaison de la valeur effective de cette tension par rapport à ladite valeur de consigne ( $V_{ref}$ ).

2. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une valeur  $\Sigma$ , dite "valeur de consigne électrique", est issue d'un dispositif correcteur (85) à partir de l'erreur sur la valeur de tension du condensateur (62) par rapport à la valeur de consigne.

3. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance selon la revendication 2, caractérisé en ce que la somme  $C_a \cdot \omega_a + C_b \cdot \omega_b$  demeure en permanence égale, ou sensiblement égale, à ladite valeur dite "valeur de consigne électrique"  $\Sigma$ ,  $C_a$  et  $C_b$  étant les valeurs des couples délivrés respectivement par chacune des deux machines électriques (4a, 4b), tandis que  $\omega_a$

et  $\omega_b$  sont les valeurs des régimes (vitesses de rotation) de chacune de ces machines.

4. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il dispose d'une entrée libre correspondant à une valeur  $M$ , dite "valeur de consigne mécanique" définie pour la transmission.

5. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance selon la revendication 4, caractérisé en ce la régulation est réalisée par la résolution, soit d'un système de deux équations à deux inconnues  $C_a$  et  $C_b$ ,  $C_a$  et  $C_b$  étant les valeurs des couples délivrés respectivement par chacune des deux machines électriques (4a, 4b), lorsque ces machines ne sont pas en butée de couple, soit d'un système comportant une équation et une inéquation à deux inconnues  $C_a$  et  $C_b$  dans les autres cas de figure, de manière à assurer en permanence que la somme  $C_a \cdot \omega_a + C_b \cdot \omega_b$  demeure en permanence égale, ou sensiblement égale, à une valeur donnée  $\Sigma$ , dite "valeur de consigne électrique" et que la valeur de la grandeur mécanique commandée est la plus proche possible de ladite valeur de consigne mécanique  $M$ .

6. Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le transfert de puissance entre les deux machines électriques (4a, 4b) est réversible.

1 / 2

Fig. 1

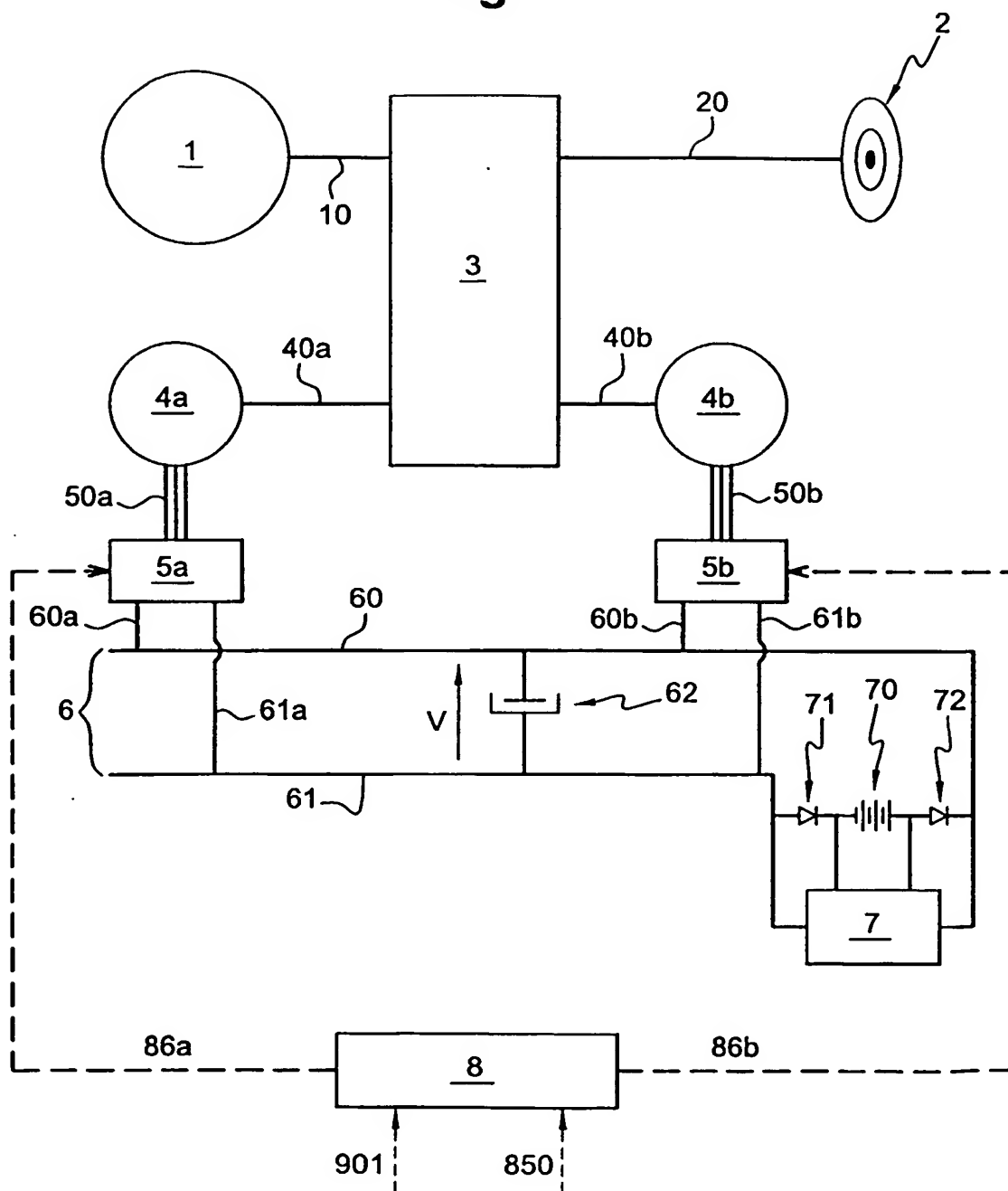
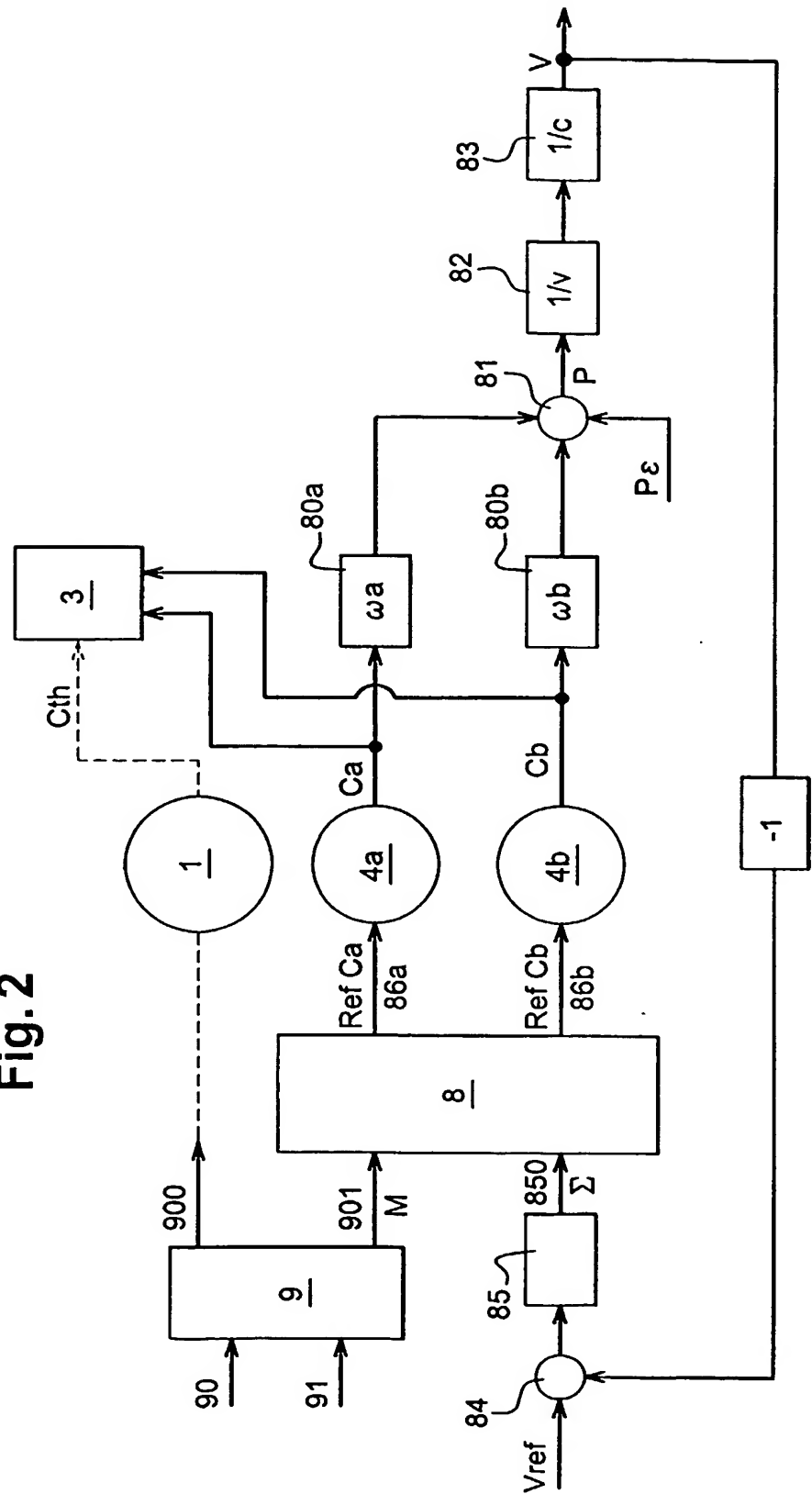


Fig. 2





(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
17 juin 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/050414 A3**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

**B60L 11/12, B60K 6/04**

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003477

(22) Date de dépôt international :

25 novembre 2003 (25.11.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/15006

29 novembre 2002 (29.11.2002)

FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR/FR]; Route de Gisy, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BESNARD, Sébastien, Alain, Joël [FR/FR]; 23, boulevard du Maréchal Joffre, F-92340 Bourg la Reine (FR). LAEUF-FER, Jacques, Augustin [FR/FR]; 6, rue Jean Nicot, F-75007 Paris (FR).

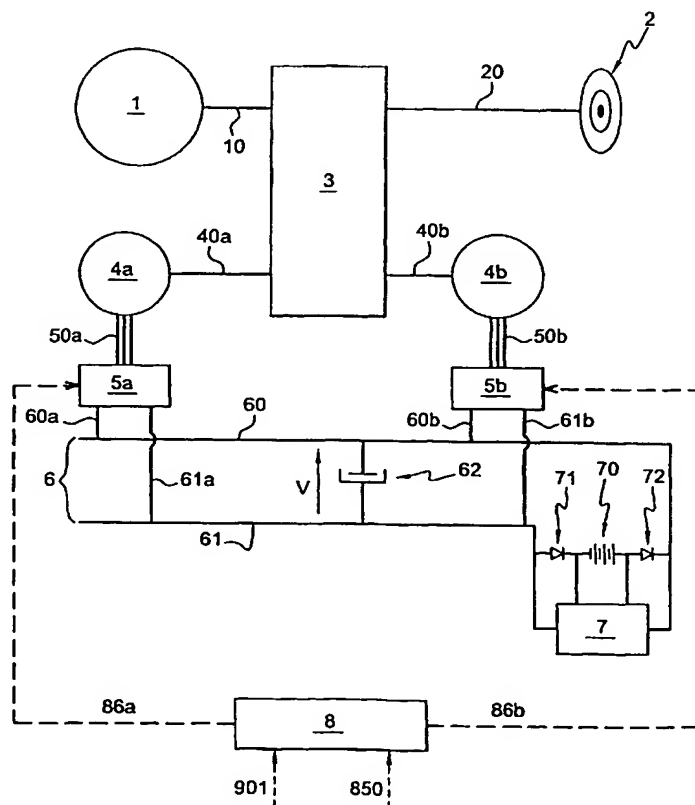
(74) Mandataire : CABINET REGIMBEAU; Espace Performance, Bâtiment K, F-35769 Saint Grégoire (FR).

(81) États désignés (national) : JP, US.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM FOR ELECTRICALLY REGULATING THE MOVEMENT TRANSMISSION DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : SYSTEME DE REGULATION ELECTRIQUE DU DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE



(57) Abstract: The invention concerns a system for electrically regulating a power transmission device between the heat engine (1) and a pair of electrical machines (4a, 4b) and the drive wheels (2) of a motor vehicle, the heat engine (1) being connected to the two electrical machines (4a, 4b) via a mechanical assembly (3), while an electrical connection device (6, 60a; 61a-60b; 61b, 5a-5b, 50a-50b) located between the two electrical machines provides a direct passage for power from one machine to the other, the connection transferring electric power between the two electrical machines being carried out via two static converters (5a, 5b) connected to a bus (6) whereof the two lines are connected by a capacitor (62). The invention is characterized in that the voltage (V) at the capacitor terminals is permanently maintained at a specific setpoint value, the system acting on the torque of the two electrical machines, in response to an error signal resulting from the comparison of the effective value with said voltage to said setpoint value. The invention is applicable to motor vehicle transmission.

(57) Abrégé : Système de régulation électrique d'un dispositif de transmission de puissance entre le moteur thermique (1) et une paire de machines électriques (4a, 4b) et les roues motrices (2) d'un véhicule automobile, le moteur thermique (1) étant relié aux deux machines électriques (4a, 4b) par l'intermédiaire d'un ensemble mécanique

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/050414 A3



(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(88) Date de publication du rapport de recherche

internationale:

29 juillet 2004

(3), tandis qu'un dispositif de liaison électrique (6, 60a ; 61a-60b ; 61b, 5a-5b, 50a-50b) situé entre les deux machines électriques assure un passage direct de puissance d'une machine à l'autre, la liaison assurant le transfert d'énergie électrique entre les deux machines électriques se faisant par l'intermédiaire de deux onduleurs (5a, 5b) connectés à un bus (6) dont les deux lignes sont reliées par un condensateur (62). Conformément à l'invention, la tension (V) aux bornes du condensateur est maintenue en permanence à une valeur de consigne déterminée, le système agissant sur le couple des deux machines électriques, en réponse au signal d'erreur résultant de la comparaison de la valeur effective de cette tension par rapport à ladite valeur de consigne. Transmission pour véhicule automobile.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B60L11/12 B60K6/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 B60L B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 199 204 A (NEW HOLLAND ITALIA SPA) 24 April 2002 (2002-04-24) claim 1; figures 2,3,5	1
A	FR 2 811 944 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 25 January 2002 (2002-01-25) cited in the application	
A	WO 02/47931 A (BOSCH GMBH ROBERT ;TUMBACK STEFAN (DE); SCHNELLE KLAUS-PETER (DE)) 20 June 2002 (2002-06-20)	
A	EP 1 092 583 A (RENAULT) 18 April 2001 (2001-04-18)	
A,P	FR 2 832 357 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 23 May 2003 (2003-05-23) cited in the application	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

8 June 2004

Date of mailing of the International search report

18/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Segaert, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In: International Application No

PCT/FR 03/03477

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1199204	A	24-04-2002	IT	B020000607 A1		18-04-2002
			EP	1199204 A1		24-04-2002
			US	2002148659 A1		17-10-2002
FR 2811944	A	25-01-2002	FR	2811944 A1		25-01-2002
			EP	1174304 A1		23-01-2002
			JP	2002112407 A		12-04-2002
WO 0247931	A	20-06-2002	DE	10062556 A1		04-07-2002
			WO	0247931 A1		20-06-2002
			EP	1409282 A1		21-04-2004
			US	2003178953 A1		25-09-2003
EP 1092583	A	18-04-2001	FR	2799418 A1		13-04-2001
			EP	1092583 A1		18-04-2001
FR 2832357	A	23-05-2003	FR	2832357 A1		23-05-2003
			WO	03043846 A1		30-05-2003

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

C ide internationale No

PCT/FR 03/03477

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B60L11/12 B60K6/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B60L B60K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 199 204 A (NEW HOLLAND ITALIA SPA) 24 avril 2002 (2002-04-24) revendication 1; figures 2,3,5	1
A	FR 2 811 944 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 25 janvier 2002 (2002-01-25) cité dans la demande	
A	WO 02/47931 A (BOSCH GMBH ROBERT ; TUMBACK STEFAN (DE); SCHNELLE KLAUS-PETER (DE)) 20 juin 2002 (2002-06-20)	
A	EP 1 092 583 A (RENAULT) 18 avril 2001 (2001-04-18)	
A,P	FR 2 832 357 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA) 23 mai 2003 (2003-05-23) cité dans la demande	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 juin 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/06/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Segaert, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D<sub>1</sub> e Internationale No  
F01, FR 03/03477

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1199204	A	24-04-2002	IT B020000607 A1	18-04-2002
			EP 1199204 A1	24-04-2002
			US 2002148659 A1	17-10-2002
FR 2811944	A	25-01-2002	FR 2811944 A1	25-01-2002
			EP 1174304 A1	23-01-2002
			JP 2002112407 A	12-04-2002
WO 0247931	A	20-06-2002	DE 10062556 A1	04-07-2002
			WO 0247931 A1	20-06-2002
			EP 1409282 A1	21-04-2004
			US 2003178953 A1	25-09-2003
EP 1092583	A	18-04-2001	FR 2799418 A1	13-04-2001
			EP 1092583 A1	18-04-2001
FR 2832357	A	23-05-2003	FR 2832357 A1	23-05-2003
			WO 03043846 A1	30-05-2003